



**SEMINAR NASIONAL  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN  
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR  
Surabaya, 25 Nopember 2009  
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN "Veteran" Jawa Timur**

## **INAKTIVASI MIKROBA PATOGEN *Salmonella thypii* DALAM SUSU MENGGUNAKAN MEDAN LISTRIK BERDENYUT TEGANGAN TINGGI**

**Rudi Nurismanto\* dan Moch. Dhofir\*\***

**\*Staf Pengajar Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur**

**\*\* Staf Pengajar Faklitas Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang**

### **ABSTRACT**

Milk is a good medium for microbial growth, because of high completely of nutrition value, high of Aw value and neutral pH. One of the pathogenic bacteria that growth in milk is *Salmonella thypii*. According by SNI No.: 01-6366-2000, that must be zero. Conventional pasteurization is thermal processing and one of the non thermal pasteurization is PEF (pulsed electric field). The objective of this research was to evaluate the effect of the PEF on the microbial inactivation of *Salmonella thypii* in milk and chemical-physic properties of milk.

The result shows that the lowest population of *S. thypi* achieved with application of electric field strength 60 kV/cm and pulsed numbers 30, that is 6,76 log cfu/ml or population decrease were obtain as 0,76 log cycle/ml. The highest population of *S. thypi* as a result of application field strength 30 kV/Cm and pulsed number 10 is 6,75 log cfu/ml or were obtain the lowest decrease as 0,2 log cycle/ml. *S. thypi* make the milk have lower in pH, total acid reductase test, alcohol test.

*Keyword : pulsed electric field, milk, Salmonella thypii.*

### **PENDAHULUAN**

Indonesia sebagai negara agraris yang bertumpu pada sektor pertanian, dalam hal ini sub-sektor peternakan senantiasa berusaha untuk mengembangkan peternakan. Di Jawa Timur, peternakan sapi perah khususnya, banyak dikembangkan di daerah Pujon Malang dan Nongkojajar Pasuruan.

Diterapkannya SNI 01-3141-1998, khususnya oleh PT Nestle sebagai pembeli tunggal susu segar dari para peternak sapi perah di Jawa Timur menyebabkan petani peternak mengalami banyak kerugian karena kesulitan untuk memenuhi standard tersebut. Hanya 3% dari kapasitas produksi susu segar di Jatim yang mampu memenuhi ketentuan itu. Selebihnya terkena penalti atau pengurangan harga. Kondisi mikroba atau bakteri *psychrotropic* pada susu segar di wilayah Jatim berkisar antara 3 – 4 juta per ml. Aturan Melk-Codex atau SNI adalah seharusnya di bawah 1 juta mikroba per ml susu segar. Standar ini dibuat untuk memenuhi kualitas susu segar yang siap diminum, tanpa melalui proses pengolahan lebih lanjut (Kompas, 2002).

Selama ini perlakuan yang paling umum untuk susu segar adalah pasteurisasi thermal dengan suhu sekitar 63-72°C selama 15 detik dengan tujuan untuk membunuh bakteri patogen. Susu pasteurisasi memiliki umur simpan hanya sekitar 14 hari. Namun penggunaan panas untuk susu memiliki beberapa kerugian terhadap produk susu.

Menurut Astrawan (2005) proses pemanasan susu dengan suhu tinggi dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan terjadinya perubahan konfigurasi asam amino dari bentuk L menjadi D (*rasemisasi*). Tubuh manusia umumnya hanya dapat menggunakan asam amino bentuk L. Sehingga rasemisasi merugikan dari sudut pandang ketersediaan biologis asam amino di dalam tubuh. Pada saat ini, di negara-negara maju telah banyak dikembangkan inovasi teknologi sebagai alternatif pengganti pengolahan secara thermal dengan non-thermal. Inovasi teknologi non-thermal, di antaranya adalah teknologi menggunakan Medan Listrik Berdenyut (MLB) Tegangan Tinggi

Teknologi MLB merupakan aplikasi medan listrik tegangan tinggi (umumnya 20 – 80 kV/cm) yang dikenakan pada bahan pangan dalam waktu yang sangat pendek (kurang dari 1 detik) (FDA, 2000). Teknologi MLB dapat menggantikan sebagian atau seluruhnya dari proses *thermal* (Wouters, Dutreux, Smelt, dan Lelieveld, 1999). MLB memiliki kemampuan untuk menggantikan pasteurisasi panas dan menghasilkan kehilangan secara minimal dari *flavor*, warna dan mutu pangan (Yang, *et al*, 2004).

Masalah yang dihadapi dalam membunuh atau menginaktivasi mikroba patogen dalam susu dengan tanpa mengurangi kualitas susu segar dari aplikasi Inovasi Teknologi MLB adalah berapa besar intensitas dan waktu perlakuan MLB yang dibutuhkan untuk mencapai nilai yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi Medan Listrik Berdenyut (MLB) Tegangan Tinggi sebagai pasteurisasi *non-thermal* untuk membunuh atau menginaktivasi mikroba patogen pada susu,



**SEMINAR NASIONAL  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN  
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR  
Surabaya, 25 Nopember 2009  
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur**

khususnya *Salmonella* sp yang terdapat dalam susu. Sehingga akan diperoleh produk susu yang aman dan tetap memiliki kesegaran dengan karakteristik mutu yang tinggi (sifat fisiko-kimia dan mikrobiologis). Disamping itu juga akan dapat dihasilkan alat MLB untuk pasteurisasi susu yang efektif.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat Dan Waktu

Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Pengukuran intensitas medan listrik dilaksanakan di laboratorium Pengukuran Besaran Listrik Tegangan Tinggi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Desember 2009.

### Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu steril dengan merk “Bear Brand” dan kultur murni *Salmonella typhi* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Tropical Disease Center Universitas Airlangga. Kultur murni tersebut telah diuji di Laboratorium Analis Medik dan hasilnya adalah benar *S. typhi* dengan karakteristik TSI positif, Uji indole negatif, Uji citrate negatif, Motility positif dan urea negatif.

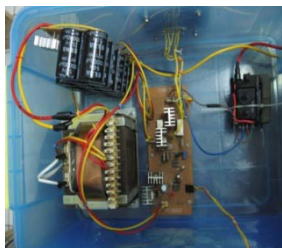
Bahan penelitian lain yang digunakan antara lain bahan untuk pembuatan media selektif *Salmonella Shigella* Agar, *Nutrient* Agar, pepton, alkohol, methylen blue larutan NaOH, indikator pp dan aquades.

### Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain serangkaian alat MLB (Medan Listrik Berdenyut), *laminar flow*, autoclave, petridish, mikropipet, pipet, gelas ukur, ose, tabung reaksi, beaker glass, vortex, timbangan, pH meter, waterbath, *colony counter*, *automatic stiller*, pengaduk, biuret.

### Prosedur Penelitian

Preparasi alat MLB, Komponen utama alat MLB terdiri dari : seperangkat generator penghasil denyut tegangan tinggi (*pulse generator*), ruang perlakuan,. Elektroda dari bahan tembaga (PCB). Alat yang digunakan dirancang seperti dalam Gambar 1.



(a)



(b)



(c)



(d)



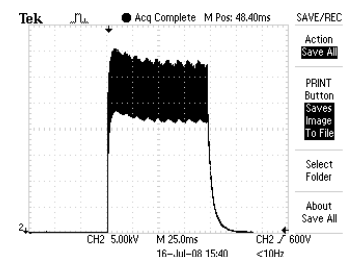
(e)



(f)



(g)



(h)

Keterangan : (a) rangkaian generator denyut, (b) keypad pengatur variabel, (c) elektroda, (d) Oscilloscope, (h) probe tegangan tinggi, (f) treatment chamber, (g) pengukur sela bola, (h) bentuk gelombang denyut



**SEMINAR NASIONAL  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN  
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR  
Surabaya, 25 Nopember 2009  
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur**

Gambar 1. Skema Rancangan Penelitian

### Preparasi sampel

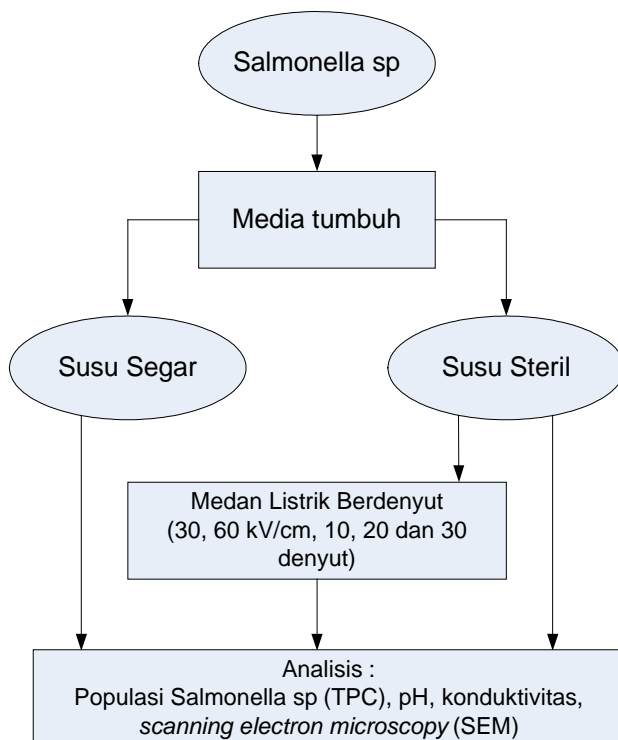
Kultur *Salmonella sp* ditumbuhkan pada media tumbuh nutrient agar dan salmonella-shigela agar kemudian diinkubasikan selama 24 jam pada 37°C. Setelah tumbuh, diambil sebanyak 2 ose dan diinokulasikan pada susu steril dan susu segar kemudian diinkubasi selama 24 jam pada 37°C (sampel)

### Prosedur Pelaksanaan

Sampel dimasukkan ke dalam ruang perlakuan. Perlakuan MLB yang diaplikasikan adalah : Intensitas medan listrik (30 dan 60, kV/cm) dan jumlah denyut (10, 20 dan 30 denyut). Sampel setelah perlakuan disimpan dalam suhu 4°C selama beberapa jam sebelum dianalisis. Sebelum dan sesudah perlakuan, *Salmonella sp* diinokulasikan pada media NA dan diinkubasikan selama 24 jam kemudian dianalisis jumlah mikroba menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Untuk mengetahui efek *sub-lethal*, setelah perlakuan *Salmonella sp* ditumbuhkan pada media SSA (*Salmonella Shigella Agar, Merck*) selama 24 jam, kemudian dihitung jumlah mikroba dengan metode TPC. Visualisasi kerusakan sel dilakukan dengan menggunakan SEM. Perhitungan inaktivasi menggunakan rumus (Lado dan Yousef, 2003):

$$\text{Inactivation} : \log_{10} \text{CFU ml}^{-1} \text{ before treatment} - \log_{10} \text{CFU ml}^{-1} \text{ after treatment}$$

Parameter yang diamati pada susu segar, susu steril yang telah diinkubasi oleh *Salmonella thypi* dan susu yang telah diberi perlakuan MLB meliputi : Total *Salmonella* dengan metode TPC (Fardiaz, 1993), Total asam (Hadiwiyoto, 1994), pH (Apriyantono,dkk,1989), Uji Reduktase (Fardiaz, 1993) Uji alkohol (Fardiaz, 1993), Stabilitas emulsi (Lissant, 1974), Berat jenis.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN



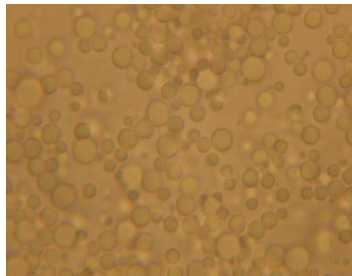
**SEMINAR NASIONAL  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN  
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR  
Surabaya, 25 Nopember 2009  
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur**

### Karakteristik Susu Segar

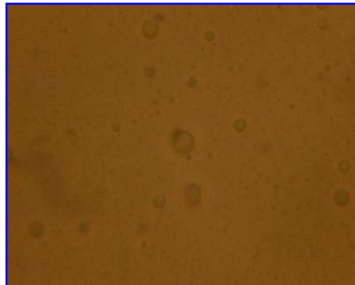
Berdasarkan hasil kajian terhadap susu segar yang dihasilkan oleh peternak sapi perah sekitar Pujon. Rata-rata susu yang dihasilkan memiliki sifat fisik dan kimia yang memenuhi ketentuan dalam SNI 2001-3141-1998. Namun berdasarkan sifat mikrobiologis, jumlah mikroba sedikit berada di atas batas yang ditentukan dalam SNI tersebut. Terdapatnya cemaran mikroba *Salmonella* sp dalam susu mengindikasikan bahwa proses pemerahan dan penanganan susu setelah pemerahan masih kurang baik. Berdasarkan SNI 2001-3141-1998, maka susu tidak boleh mengandung *Salmonella* sp (*zero tolerance*). Sumber pencemaran mikroba pada susu dapat berasal dari dua faktor, 1. faktor kebersihan dan kesehatan sapi, 2. pencemaran dari lingkungan, baik pada saat pemerahan maupun penanganan setelah pemerahan. Kontaminasi dapat terjadi karena sumber kotoran yang berdekatan dengan kandang, sehingga ketika dilakukan pemerahan bakteri dapat masuk melalui debu yang dibawa oleh angin.

Tabel 1. Karakteristik susu segar

Komponen	Jumlah
Lemak	3.3 %
Protein	0,03
pH	6.7
Uji MB	> 12
Uji Alkohol	Neg
Total mikroba	$2 \times 10^6$ cfu
Salmonella	$2 \times 10^3$



Susu Segar



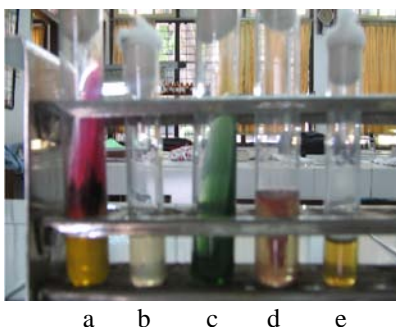
Susu Steril (UHT)



Susu Steril + Salmonella

### Uji *Salmonella thypi*

Berdasarkan hasil uji IMVIC di laboratorium mikrobiologi Analis Medik, Universitas Airlangga, diperoleh hasil bahwa bakteri yang diinokulasikan kedalam susu adalah strain *Salmonella thypi*. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji IMVIC seperti yang tertera pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Uji IMVIC (a=TSI; b=Uji Indole; c=Citrate; d=Motility; e= Urea)



**SEMINAR NASIONAL**  
**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN**  
**INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR**  
**Surabaya, 25 Nopember 2009**  
**Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur**

Dari hasil uji IMVIC yang dilakukan, terdapat warna kuning pada bagian agar miring yang tebal dan warna hitam yang menunjukkan reaksi  $H_2S$  pada media TSI, warna kuning pada uji indole, warna merah yang berdifusi pada uji motility serta uji citrate dan urea yang tidak mengalami perubahan. Hasil iju tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang digunakan adalah *S. thypi*. Hal ini sesuai dengan pendapat Krieg and Holt (1984) bahwa *S. thypi* mempunyai karakteristik indole negatif,  $H_2S$  positif, citrae negatif, motility positif dan urea negatif.

**C. Karakteristik susu steril (UHT) dan susu yang telah diinokulasi dengan *Salmonella thypi***

Tabel 2. Hasil analisis bahan baku susu steril (UHT) dan susu yang telah diinkubasi dengan *Salmonella thypi* selama 24 jam pada suhu 27°C

Parameter	Susu steril	Susu + <i>S. thypi</i> (Inkubasi 24 jam)
Total <i>Salmonella</i> (log cfu/ml)	0	6,97
Total Asam (%)	0,19	0,29
pH	6,2	5,7
Uji Reduktase (menit)	720	75
Uji Alkohol	Negatif	Positif
Minyak Terpisah (Stabilitas emulsi) (%)	2	3
Berat Jenis (gr/ml)	1,03	1,03

**Total *Salmonella***

Dari pengamatan yang dilakukan diketahui bahwa didalam susu steril (UHT) tidak terdapat *Salmonella thypi*. Hal ini dikarenakan susu yang digunakan adalah susu steril (UHT) dimana pada susu ini sudah tidak terdapat mikroba didalamnya. Hal ini sesuai dengan peraturan yang dibuat oleh SNI No.: 01-6366-2000 tentang batas maksimum cemaran mikroba, dimana disebutkan bahwa cemaran *Salmonella sp.* harus negatif pada semua produk susu, yaitu pada susu segar, bubuk, pasteurisasi, dan susu steril (UHT).

Total *Salmonella* awal pada susu yang diinokulasi oleh *Salmonella thypi* selama 24 jam pada 37°C adalah 6,97 log cfu/ml. Dapat dikatakan bahwa *Salmonella thypi* sudah mencapai fase stasioner. Pada fase ini, *Salmonella thypi* berada dalam keadaan yang paling optimal.. Menurut Martin (2003) sel pada lag atau stasioner lebih tahan terhadap perlakuan MLB dari pada fase pertumbuhan logaritmik.

**Total Asam**

Dari pengukuran total asam susu steril (UHT) diketahui bahwa total asam bernilai 0,19 %. Nilai ini masih dalam kisaran normal keasaman susu. Hal ini sesuai dengan pendapat Hadiwiyo (1994) bahwa total asam didalam susu diketahui hanya 0,10 - 0,26% saja dengan rata-rata hanya 0,17 %.

Pada susu yang telah diinkubasi dengan *Salmonella thypi*, nilai total asamnya meningkat bila dibandingkan dengan nilai total asam susu steril. Nilai total asam susu yang telah diinkubasi dengan *Salmonella thypi* pada 37°C selama 24 jam, meningkat dari 0,19 % menjadi 0,29 %. Peningkatan ini dikarenakan dalam pertumbuhannya, *Salmonella thypi* menghasilkan asam suksinat, asam asetat, asam laktat, dan asam formiat.

**pH**

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, pH awal susu steril (UHT) dengan merek Bear Brand mempunyai nilai sebesar 6,2. Nilai pH masih dalam kisaran normal pH susu. Hal ini sesuai dengan pendapat Hadiwiyo (1994) bahwa susu, tergantung dari keadaanya, nilai pHnya terletak antara 5,5 - 8,0.

pH awal susu yang telah diinkubasi dengan *Salmonella thypi* pada 37°C selama 24 jam mempunyai nilai sebesar 5,7. Nilai pH ini mengalami penurunan bila dibandingkan dengan pH awal susu steril (UHT). Penurunan nilai pH ini merupakan pengaruh dari *Salmonella thypi* yang diinokulasikan kedalam susu. Karena dalam proses metabolismenya, *Salmonella thypi* menghasilkan asam suksinat, asam asetat, asam laktat, dan asam formiat sehingga akan meningkatkan nilai total asam yang selanjutnya akan menurunkan nilai pH.





**SEMINAR NASIONAL  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN  
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR  
Surabaya, 25 Nopember 2009  
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur**

### **Uji reduktase**

Dari hasil uji reduktase yang dilakukan terhadap susu steril (UHT) didapatkan hasil bahwa warna biru dari methylen blue hilang diatas 12 jam. Hal ini menunjukkan bahwa susu dalam keadaan baik dan termasuk kedalam mutu I (Hadiwiyoto, 1994). Perubahan warna diatas 12 jam ini menunjukkan bahwa tidak ada mikroba yang terdapat pada susu steril (UHT).

Pada susu yang telah diinkubasi dengan *Salmonella thypi* pada 37°C selama 24 jam, terjadi penurunan waktu reduktase methylen blue. Susu yang telah diinokulasi *Salmonella thypi* ini termasuk kedalam mutu IV yaitu mutu yang jelek karena waktu yang dibutuhkan methylen blue untuk berubah warna adalah 75 menit, lebih sedikit daripada waktu yang dibutuhkan susu steril (UHT) untuk berubah warna. Hal ini karena didalam susu, bakteri tumbuh dengan menggunakan O<sub>2</sub> terlarut. Penggunaan O<sub>2</sub> oleh bakteri menyebabkan terjadinya reaksi reduksi methylen blue, sehingga reduksi ini menghilangkan warna biru yang terdapat didalam methylen blue. Daya reduksi dari susu disebabkan oleh aktivitas enzim-enzim tertentu dan juga adanya aktivitas bakteri (Riyadh, 2003).

### **Uji alkohol**

Dari pengamatan yang dilakukan terhadap susu steril (UHT) didapatkan hasil bahwa susu steril (UHT) yang telah ditambahkan alkohol 70% menunjukkan reaksi negatif, yaitu tidak terjadi penggumpalan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Warner (1976) bahwa bahwa susu segar normal tidak akan menggumpal pada penambahan alkohol.

Pada susu yang telah diinkubasi dengan *Salmonella thypi* pada 37°C selama 24 jam uji alkohol menunjukkan reaksi yang positif, yaitu ditandai dengan adanya penggumpalan pada penambahan alkohol 70%. Penggumpalan ini disebabkan karena kerusakan protein susu karena aktifitas dari *Salmonella thypi*. Menurut Prawesthirini (2006) semakin tinggi derajat keasaman susu yang diperiksa, semakin mudah untuk terjadi koagulasi. Kecuali susu asam, kolestrum dan perubahan fisiologis pada sapi dapat menyebabkan susu pecah pada uji alkohol.



Gambar 4. Uji Kerusakan Susu akibat *Salmonella* sp (uji MB dan alkohol)

### **Stabilitas emulsi**

Dari pengukuran yang dilakukan untuk menentukan jumlah minyak terpisah didalam susu steril (UHT) didapatkan hasil bahwa dengan *dicentrifuge* selama 15 menit, minyak yang terpisah sebesar 2%. Nilai sebesar 2% ini menunjukkan bahwa stabilitas emulsi susu steril (UHT) dalam keadaan sangat stabil. Hal ini sesuai dengan pendapat Lissant (1974) bahwa jika hasil yang diperoleh 5 – 12% maka stabil, dan jika lebih dari 12% maka tidak stabil.

Pada susu yang telah diinkubasi dengan *Salmonella thypi* pada 37°C selama 24 jam menghasilkan minyak terpisah sebanyak 3%. Nilai ini lebih tinggi dari pada susu steril (UHT) akan tetapi kisaran nilai ini masih dalam kisaran nilai kestabilan emulsi menurut Lissant (1974) yaitu jika hasil yang diperoleh 5 – 12% maka stabil. Adanya penurunan stabilitas emulsi pada susu dikarenakan adanya pertumbuhan *Salmonella thypi*.

### **Berat jenis**



**SEMINAR NASIONAL  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN  
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR  
Surabaya, 25 Nopember 2009  
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur**

Dari hasil pengukuran dengan piknometer didapatkan hasil bahwa berat jenis susu steril (UHT) adalah 1,03. Berat jenis susu steril ini masih dalam kisaran normal berat jenis susu. Hal ini didukung oleh Adnan (1984) bahwa berat jenis susu berkisar antara 1,032 – 1,0325.

Pengukuran berat jenis yang dilakukan pada susu yang telah diinkubasi dengan *Salmonella thypi* pada 37°C selama 24 jam adalah 1,03. Nilai ini tetap, tidak mengalami perubahan bila dibandingkan dengan susu steril (UHT). Hal ini karena komponen yang menyusun berat jenis susu seperti kadar lemak, kadar protein, laktosa dan mineral-mineral, tidak mengalami perubahan dengan adanya inkubasi *Salmonella thypi*. Nilai ini masih termasuk kedalam kisaran normal berat jenis susu, dimana menurut Adnan (1984) berat jenis susu berkisar antara 1,032 – 1,0325.

Pengaruh intensitas dan jumlah denyut pada MLB terhadap susu

1. Total *Salmonella*

Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa terjadi penurunan jumlah populasi *Salmonella thypi* dengan kombinasi perlakuan intensitas dan jumlah denyut yang digunakan dalam MLB seperti yang tertera pada Tabel 5, dengan jumlah awal populasi *Salmonella thypi* yaitu sejumlah  $9,3 \times 10^6$  atau sebesar 6,97 log cfu/ml.

Tabel 3. Pengaruh intensitas dan jumlah denyut terhadap jumlah dan penurunan populasi *Salmonella Thypi*

Intensitas	Jumlah denyut	Jumlah <i>S. Thypi</i> (log cfu/ml)	Penurunan <i>S. Thypi</i> (log cycle/ml)
30 kV/cm	10	6,75	0,22
30 kV/cm	20	6,69	0,27
30 kV/cm	30	6,50	0,47
60 kV/cm	10	6,66	0,31
60 kV/cm	20	6,52	0,45
60 kV/cm	30	6,21	0,76

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa jumlah populasi *S. thypi* tertinggi adalah 6,75 log cfu/ml, pada perlakuan dengan intensitas 30 kV/cm dan jumlah denyut 10, sehingga menghasilkan penurunan jumlah populasi yang terendah yaitu sebesar 0,22 log cycle/ml. Jumlah *S. thypi* terendah adalah 6,21 log cfu/ml dengan perlakuan intensitas 60 kV/cm dan jumlah denyut 30 yang menghasilkan penurunan dengan jumlah tertinggi yaitu sebesar 0,76 log cycle/ml.

Terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi intensitas dan jumlah denyut yang digunakan maka semakin sedikit jumlah *Salmonella thypi* yang mampu bertahan sehingga penurunan jumlah populasi *Salmonella thypi* mengalami peningkatan. Hal ini karena semakin besar dan banyak jumlah denyut yang digunakan, maka semakin besar dan banyak mikroba dikenai aliran listrik tegangan tinggi sehingga akan menurunkan resistensi membran sel. Penurunan resistensi membran sel menyebabkan membran sel menjadi *permeable* sehingga menyebabkan pembengkakan ataupun pembentukan pori yang akan memecahkan membran sel sehingga mikroba akan mati.

## KESIMPULAN

1. Terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi intensitas medan listrik dan jumlah denyut yang digunakan, semakin besar penurunan populasi *Salmonella thypi*.
2. *Salmonella thypi* menyebabkan penurunan nilai pH pada susu steril, peningkatan total asam, menurunkan waktu uji reduktase dan uji alkohol positif.

## UCAPAN TERIMA KASIH



**SEMINAR NASIONAL  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN  
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR  
Surabaya, 25 Nopember 2009  
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur**

Penelitian ini terselenggara atas bantuan dana Hibah Bersaing dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian No : 119/SP2H/PP/DP2M/IV/2009

**DAFTAR PUSTAKA**

- Amiali, M., M.O. Ngadi, J.P. Smith, V.G.S. Raghavan, 2005, Inactivation of *Salmonella enteritidis* in liquid egg products using pulsed electric field (PEF) Written for presentation at the CSAE/SCGR 2005 Meeting Winnipeg, Manitoba June 26 - 29, 2005.
- Astawan, M. 2005. Proses UHT: Upaya Penyelamatan Gizi Pada Susu. WASPADA Online. <http://www.waspada.co.id>. Diakses tanggal 9 Juli 2005
- DITJEN Peternakan. 1992. Buku Teknik Dan Pengembangan Peternakan Seri Penanganan Susu. Direktorat Bina Produksi Peternakan, Jakarta Pusat.
- Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikrobiologi Pangan. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- FDA [Center For Food Safety and Applied Nutrition]. 2000. <http://www.cfsan.fda.gov/list.html>. Diakses tanggal 2 Desember 2004.
- Hadiwiyoto, S. 1994. Teori Dan Prosedur Pengujian Mutu Susu Dan Hasil Olahannya, edisi kedua. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Kompas, 2002, Melk-Codex, Ayo Minum Susu Segar. Kompas Cyber Media. <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0201/19/jatim/melk35.htm>. Diakses tanggal 10 Desember 2004.
- Martin, M.F.S. , G.V. Barbosa-Canova and B.G. Swanson. 2003. Innovation in Food Processing. Food Technology. <http://www.cepmagazine.org>. March 2003. Diakses Tanggal 3 Januari 2005.
- Nurwantoro dan A.S. Djarijah. 1997. Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati. Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Riayadh, Slamet. 2003. Menyingkap Tabir Susu Kuda “Liar” Sumbawa. IPB, Bogor. Diakses Tanggal 8 Juni 2006.
- Sumarsih, Sri. 2003. Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar. UPN Press. Yogyakarta.
- Warner, James N. 1976. Principles of Dairy Processing. Wiley Eastern Limited, New Delhi.